

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

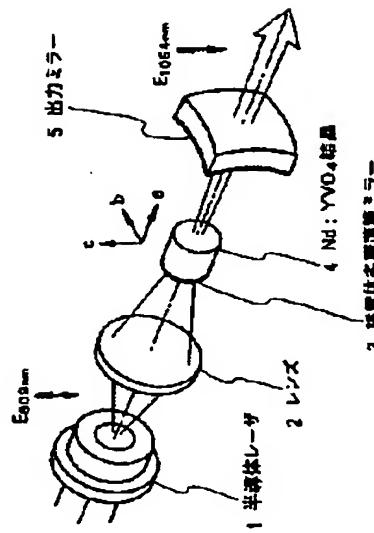
PUBLICATION NUMBER : 04137775
 PUBLICATION DATE : 12-05-92

APPLICATION DATE : 28-09-90
 APPLICATION NUMBER : 02261321

APPLICANT : NEC CORP;

INVENTOR : SUMIYA MINORU;

INT.CL. : H01S 3/094 H01S 3/08 H01S 3/109

TITLE : SEMICONDUCTOR LASER
EXCITATION SOLID STATE LASER

ABSTRACT : PURPOSE: To remarkably alleviate accuracy of waveform control of a semiconductor laser for reducing variation of output by using a-axis cut Nd:YVO₄ as a solid state laser crystal to excite a semiconductor laser so that the optical and electric field direction becomes parallel with the c-axis of crystal.

CONSTITUTION: A laser resonator is structured by providing a multilayer thin film mirror 3 of dielectric material at the end surface of the a-axis cut Nd:YVO₄ crystal 4 in the side of a semiconductor laser 1 to achieve 100% reflectivity for 1064nm wavelength and a multilayer thin film of dielectric material to an output mirror 5 to achieve 80 to 98% reflectivity for 1064nm. Oscillation in the wavelength of 946nm and 1340nm can be realized as well as the wavelength of 1064nm by changing the wavelength of such multilayer thin film of dielectric material having high reflectivity. A semiconductor laser 1 is caused to provide the wavelength of 800nm to 815nm and photoelectric field of laser beam to become parallel with the c-axis of the crystal 4. A laser beam radiated from the semiconductor laser 1 is condensed by a lens 2 and is then applied to the crystal 4. Thereby, Nd:YVO₄ is excited and a laser beam of 1064nm can be extracted from an output mirror 5. As explained above, highly efficient excitation may be realized by selecting the direction of polarization for the crystal.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (JP)

(11) 特許出願公開

(12) 公開特許公報 (A)

平4-137775

(5) Int. Cl.⁵H 01 S 3/094
3/08
3/109

識別記号

庁内整理番号

(43) 公開 平成4年(1992)5月12日

7630-4M
7630-4M H 01 S 3/094
7630-4M 3/08S
Z

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全5頁)

(6) 発明の名称 半導体レーザ励起固体レーザ

(21) 特願 平2-261321

(22) 出願 平2(1990)9月28日

(7) 発明者 角谷 実 東京都港区芝5丁目7番1号 日本電気株式会社内

(8) 出願人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目7番1号

(9) 代理人 弁理士 内原 晋

明細書

(従来の技術)

発明の名称 半導体レーザ励起固体レーザ

特許請求の範囲

(1) 端面励起型半導体レーザ励起固体レーザにおいて、固体レーザ結晶としてa軸カットのNd:YVO₄を用いて、励起用の半導体レーザの光電界の方向と前記Nd:YVO₄の結晶c軸が平行になるように励起することを特徴とする半導体レーザ励起固体レーザ。

(2) 請求項1記載の半導体レーザ励起固体レーザにおいて、前記固体レーザの共振器内に高調波発生のための2次の非線形光学結晶を設けることを特徴とする半導体レーザ励起固体レーザ。

発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、レーザ装置に関し、特に小型で簡便な半導体レーザ励起固体レーザに関する。

半導体レーザ励起固体レーザでは固体レーザ結晶として、Nd:YAG、Nd:YLFなどが多く用いられている。これらの結晶は800nm帯に強い吸収をもつために、これにあった波長の半導体レーザで励起することにより効率よく固体レーザを励起することが可能である。また、半導体レーザ励起固体レーザの共振器内に2次の非線形光学結晶を設けることにより、固体レーザの光を高い効率で高調波へ変換する、波長変換レーザを提供することが可能である。半導体レーザ励起固体レーザに関しては、「レーザ研究、第17巻、第10号(1989)、pp.695-704」に詳しい記述がある。

(発明が解決しようとする)

しかし、これらの固体レーザ結晶の強い吸収帯は、数nm程度の幅しかなく、その吸収帯の中でも吸収係数が波長により大きく変化するので、半導体レーザの波長変動が生じると、固体レーザ出力や、第2高調波の出力も変動してしまう。この出力変動を低減するために、ペルチェ素子などにより

特開平4-137775 (2)

半導体レーザに温度制御を施し、半導体レーザの発振波長を高い所要精度で制御しなければならない。また、半導体レーザは各々発振波長が異なるために、固体レーザの励起に適したものを選択しなければならない。

本発明の目的は、固体レーザを励起するための半導体レーザの波長制御の精度を大幅に緩和し、出力変動が少なく、また、使用する半導体レーザの選択の幅を広げる半導体レーザ励起固体レーザを提供することにある。

(課題を解決するための手段)

本発明の端面励起型半導体レーザ励起固体レーザでは、固体レーザ結晶としてa軸カットのNd:YVO₄を用いて、励起用の半導体レーザの光電界の方向と前記Nd:YVO₄の結晶c軸が平行になるように励起することを特徴とする。また前記端面励起型半導体レーザ励起固体レーザにおいて、レーザ共振器内に、高調波発生のための2次の非線形光学結晶を設けることを特徴とする。

(作用)

行の場合である。第4図の(a)と(b)を比較すると、結晶c軸に光電界が平行であるとき、垂直である場合に比べ吸収が強いばかりでなく、吸収の強い波長帯域が広いことがわかる。このことから、結晶c軸と光電界の方向が平行か、すくなくとも間の角が10°程度以内になるように励起することが、a軸カットのNd:YVO₄をレーザに使用する際に有効であることがわかる。

第5図(b)に、厚さ3mmのa軸カットのNd:YVO₄を半導体レーザによって端面より励起して、波長1064nmのレーザ発振させた場合の、レーザ出力の励起波長依存性を示す。比較のために、Nd:YAGを使用した場合の結果を第5図(a)に示す。Nd:YAGを用いた場合、励起に使用する半導体レーザの波長に対してレーザ出力が大きく変化するのに対して、a軸カットのNd:YVO₄を用い、結晶c軸と励起光の光電界が平行になるように励起した場合、レーザ出力が広い励起波長範囲ではばフラットな特性が得られる。これらのことから、共振器内に第2次高調波発生用の非線形光学結晶を設ける波長

Nd:YVO₄は一軸性の結晶で、レーザ発振に用いたときに特定の方向に偏光して発振するばかりではなく、その吸収特性に異方性がある。半導体レーザは一般に特定の方向に偏光して発振するために、結晶に対する偏光方向を選ぶことによって効率のよい励起が可能となる。

a軸カットのNd:YVO₄の吸収特性の異方性の測定結果を第3図に示す。測定にはNd濃度1%、厚さ1mmの試料を用い、光源の波長は、Nd:YVO₄の吸収が800nm帯では最も強い約809nmとしている。横軸は結晶c軸と光電界の方向の間の角θで、θが0°または180°の時、結晶c軸と光電界は平行であるとする。縦軸は透過率である。第3図が示す通り、a軸カット Nd:YVO₄では結晶c軸と光電界が平行であるとき最も吸収が強く、θが0°または180°となるところから±10°以内の範囲になるようにすれば、効率のよい励起が可能であることがわかる。

次に、第4図にa軸カットのNd:YVO₄の吸収特性の波長依存性を示す。第4図(a)が結晶c軸と光電界が垂直の場合で、第4図(b)が結晶c軸と光電界が平

変換レーザにおいても、a軸カットのNd:YVO₄を用い、結晶c軸と励起光の光電界が平行になるように励起した場合、第2高調波の出力は広い励起波長範囲ではばフラットな特性がえられることがわかる。

(実施例)

以下図面を参照しながら本発明の実施例を説明する。

第1図は本発明の第1の実施例の斜視図である。a軸カットのNd:YVO₄結晶4は、2面のa軸カット面うち半導体レーザ1のある側の面に、1064nmに対して100%反射となる様に、誘電体多層薄膜ミラー3をつけてある。出力ミラー5には1064nmに対して80~98%程度の反射率になるように、誘電体多層薄膜をつけてある。誘電体多層薄膜ミラー3と出力ミラー5により、レーザ共振器を構成している。これらの誘電体多層薄膜の高反射による波長を変えることにより、1064nm以外に、946nmや1340nmなどの波長で発振させることも可能である。半導体レーザ1は波長が800nm~815nmで、そ

特開平4-137775 (3)

のレーザ光の光電界がNd:YVO₄結晶4のc軸と平行になるようにしてある。ここで、光電界と結晶c軸は完全に平行でなくとも、平行からのずれが10°程度まではほとんど効率は変わらない。半導体レーザ1より放射されるレーザ光をレンズ2で集光し、Nd:YVO₄結晶に照射することにより、Nd:YVO₄を励起し、1064nmのレーザ光を出力ミラー5から取り出している。

第2図は本発明の第2の実施例の斜視図である。第1の実施例との違いは、Nd:YVO₄結晶4と出力ミラー5の間に、波長変換用の非線形光学結晶であるKTP(KTiOPO₄)結晶6を設けていることである。効率よく第2高調波を発生するために、出力ミラー5の反射率はNd:YVO₄の発振波長に対して100%になるようにしてある。なお、本実施例では、波長変換の非線形光学結晶としてKTPを用いているが、Nd:YVO₄の発振波長を基本波として、その第2高調波を発生するための位相整合条件を満たすものであれば、BBO(β -BaB₂O₄)、LBO(LiB₃O₅)、LiIO₃な

どKTP以外の非線形光学結晶を用いうることは言うまでもない。

(発明の効果)

本発明によれば、固体レーザを励起するための半導体レーザの波長制御の精度を大幅に緩和し、出力変動が少なく、また、使用する半導体レーザの選択の幅を広げる半導体レーザ励起固体レーザを提供することができる。

図面の簡単な説明

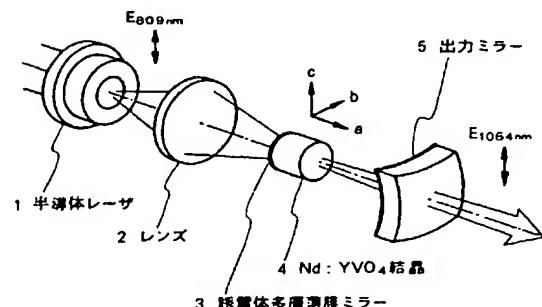
第1図は本発明の第1の実施例を説明するための斜視図、第2図は本発明の第2の実施例を説明するための斜視図、第3図～第4図は本発明に係る、Nd:YVO₄結晶の吸収特性を示すもので、第3図はNd:YVO₄結晶c軸と光電界の方向のなす角と吸収特性の関係を示す図、第4図(a)はNd:YVO₄結晶のc軸と光電界が垂直であるときの吸収特性を示す図、第4図(b)はNd:YVO₄結晶のc軸と光電界が平行であるときの吸収特性を示す図、また第5図(a)はNd:YAGによりレーザ発振させたときのレーザ出力の励起波長依存性を示す図、第5図(b)はa軸カット

のNd:YVO₄を結晶c軸と励起光の電界が平行になるように励起してレーザ発振させたときのレーザ出力の励起波長依存性を示す図である。図において、

1…半導体レーザ、2…レンズ、3…誘電体多層薄膜ミラー、4…Nd:YVO₄結晶、5…出力ミラー、6…KTP結晶

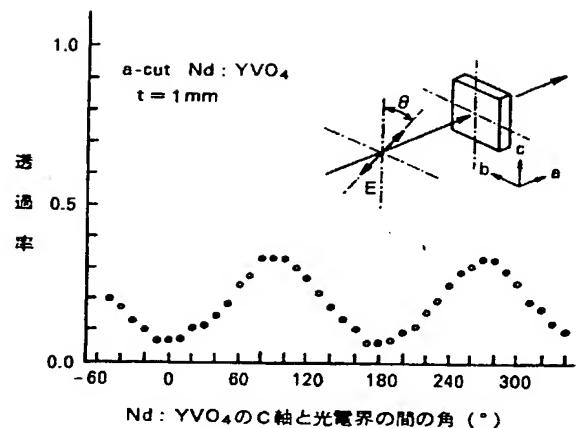
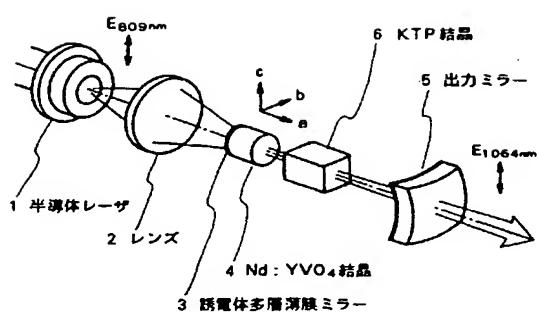
代理人 弁理士 内原 晋

第 1 図

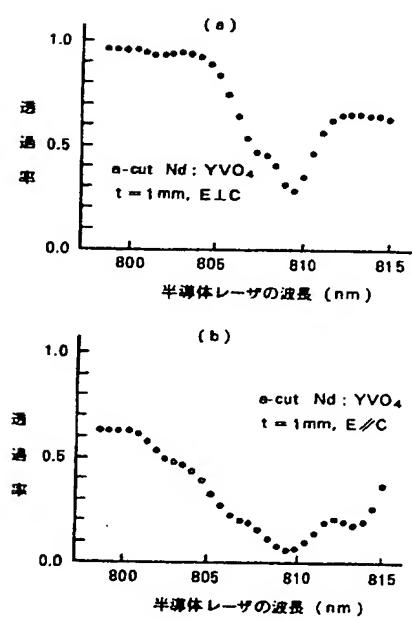


第 3 図

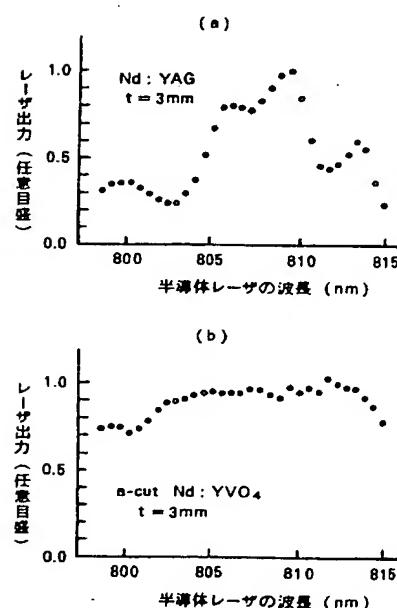
第 2 図



第 4 図



第 5 図



特開平4-137775(5)

手続補正書(自発)

3.11.19
平成 年 月 日

5. 補正の対象

図面

6. 補正の内容

(1) 本願添付図面の第2図を別紙図面のように補正する。

特許庁長官 殿



1. 事件の表示 平成 2年 特許願 第 261321号

代理人 弁理士 内原 晋

2. 発明の名称

半導体レーザ励起固体レーザ

3. 補正をする者

事件との関係

出願人

東京都港区芝五丁目7番1号

(423) 日本電気株式会社

代表者 関本忠弘

4. 代理人

〒108-01 東京都港区芝五丁目7番1号

日本電気株式会社内

(6591) 弁理士 内原 晋 (内原晋)

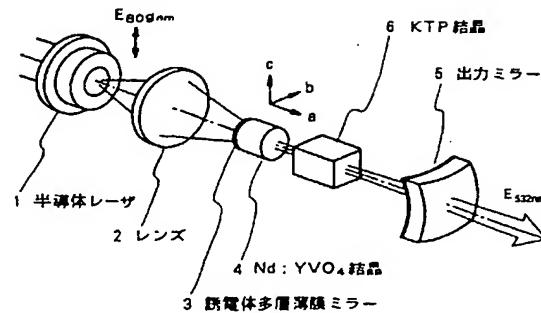
電話 東京 (03) 3454-1111(大代表)

(連絡先 日本電気株式会社 特許部)

方式
審査



第 2 図



THIS PAGE BLANK (USPTO)